

Mars 2021

Kan täthet ersätta uttorkning i produktion av betong- baserade golvsystem?



BYGGFÖRETAGEN
➤ Produktionsplanering betong

Kan täthet ersätta uttorkning i produktion av betongbaserade golvsystem?

Ja, det är möjligt! Det går att avjämna och lägga ytskikt med vattenbaserat lim på modern, tät betong innan uttorkningskravet på ekvivalent mätdjup är uppfyllt. Betongen måste dock vara tillräckligt tät, vilket ställer krav på ålder och vattencementtal för en relevant bindemedelssammansättning. I denna rapport redovisas ett antal försök där en RF-nivå på 85% i avjämningen under lim och ytskikt inte överskreds trots att RF i betongen på ekvivalent djup var högre än 85% vid mattläggningstillfället.

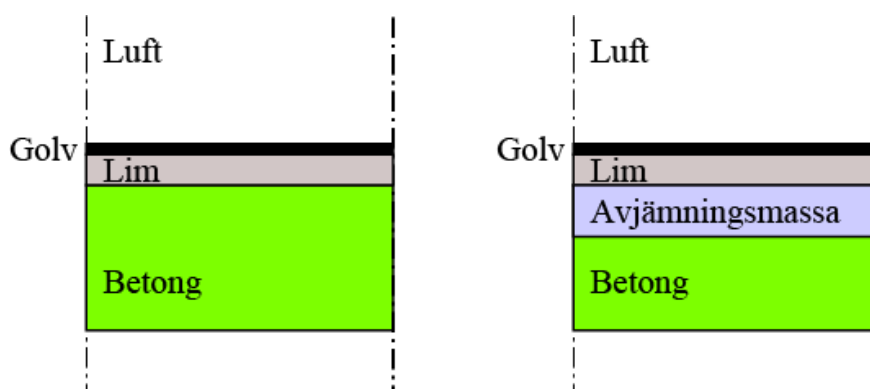
Ett betongbaserat golvsystem utan fuktproblem

Snabb och tillförlitlig produktion av betongbaserade golvsystem utan efterföljande fuktproblem, se exempel i Figur 1, kan betraktas som varje byggares dröm. För att möjliggöra detta krävs kunskap om betongens uttorkningsegenskaper samt tillförlitliga mätmetoder för att bestämma aktuellt fuktinnehåll. En metodik för att förebygga skadliga fuktnivåer orsakade av betongen togs fram under 1990-talet och början av 2000-talet baserat på dåtidens betong och dess egenskaper. Det är dessa arbeten som ligger till grunden för dagens innehåll avseende fuktmätning och kritiska gränsvärden i RBK:s fuktmättningsmanual samt AMA Hus. Sedan dess har cementens sammansättning förändrats. Med huvudsyfte att minska koldioxidbelastningen har de primära bindemedlen i Ordinarie Portlandcement (OPC) spåtts ut med t.ex. kalkstenfiller, flygaska och slagg. Naturballast ersätts i allt större omfattning med kross och nya tillsatsmedel har tagits i bruk. Detta har påverkat betongens egenskaper och vidare medfört att betonggolven fukttekniskt inte uppför sig som förr. Olika indikationer på problem med uttorkning har framkommit (se Svensson Tengberg 2018). Även mätmetoder för relativ fuktighet har fått justeras för att säkerställa tillförlitliga mätningar resulterande i revidering av Manual fuktmätning i betong från version 5 till version 6.



Figur 1. Nedbrytning av lim genom alkalisk hydrolys som resulterat i förtvålning.

Olika mätningar av betongens egenskaper (Stelmarczyk 2019b, Olsson m.fl. 2018, Saeidpour & Wadsö 2016) har tydligt visat på ökad täthet i betongens porsystem samt minskad förmåga till fukttransport, jämfört med tidigare (Hedenblad 1993). Detta har föranlett en teoretisk undersökning av konsekvenserna för fuksamverkan i betonggolvet redovisad i SBUF 13354. I projektet undersöktes huvudsakligen fuktförloppen i två typer av golv: ytskikt limmat direkt på betong eller på betong med avjämning, se Figur 2.



Figur 2. Ytskikt limmat direkt på betong (vänster) och på avjämningsmassa på betong (höger).

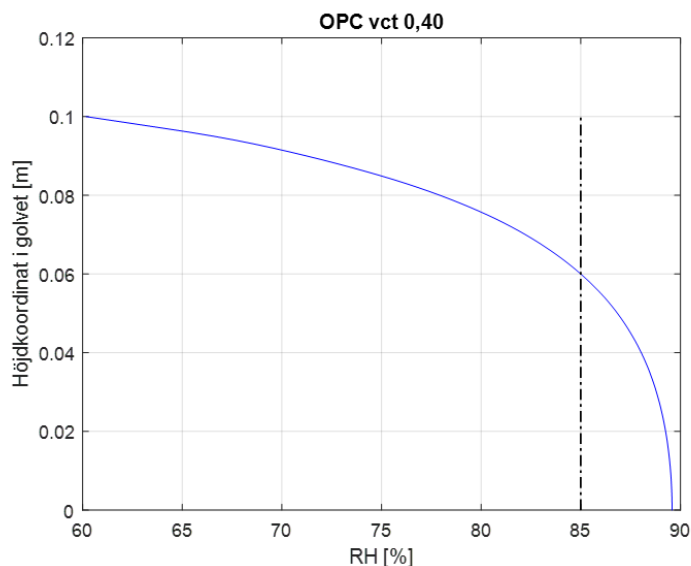
Simuleringar av både diffusionsuttorkning samt fuksamverkan mellan betongen och de omgivande materialen gav en djupare förståelse för vad som förändrats i golvets fuktfunktion. En rad både negativa och positiva resultat konstaterades. Till de negativa hör bl.a. en markant förlängning av tiden för diffusionsuttorkning. Förändringen är så stor att uttorkningsåtgärder vidtagna några månader efter gjutning knappt har någon verkan alls. Detta bekräftas av uttorkningsförsök (Carlswärd 2020) där uttorkning avstannar då betongen nått tillräcklig nivå av täthet, som byggs upp successivt efter gjutning. En annan negativ konsekvens uppstår vid direktlimning av ytskikt på betong

med vattenbaserat lim. Detta har tidigare endast setts som ett problem för betong med mycket låga vattencementtal (Wengholt Johnsson 1995). Idag kan även betong med högre vct bli så tät att limfukten inte kan fördelas ner i betongen utan stängs inne mellan betongen och ytskiktet. Detta resulterar i fuktmättnad i betongens övre skikt, med transport av hydroxidjoner till lim och ytskikt och alkalisk hydrolys som följd.

Nytt synsätt på fukt i betongbaserade golvsystem nödvändigt

Den mest intressanta frågan som ställdes under SBUF 13354 gällde dock inte problemen utan möjligheterna med den nya betongen. Finns det sätt att utnyttja tätheten konstruktivt under produktionen av golvsystem? Simuleringarna bekräftade att detta bör vara möjligt men förutsätter ett reviderat sätt att se på fukten i betongbaserade golvsystem.

Dagens sätt, på vilket vi arbetar med betongfukt i golv, är nära kopplat till en specifik typ av risk. Scenariot bygger på en betong med relativt god förmåga till fukttransport och ett relativt tätt ytskikt. När betongen torkar innan läggning av ytskiktet erhålls en typisk uttorkningsprofil, se Figur 3. När ytskiktet appliceras fungerar det som ett lock. En mindre fukttransport kommer att ske genom ytskiktet samtidigt som en mycket snabbare omfördelning av den kvarvarande fukten kommer att ske i betongen. Betongytan under ytskiktet kommer alltså att fuktas upp även utan inverkan av limfukt. Detta kan medföra en direkt risk för ytskiktet och limmet då hög fuktnivå i betongen möjliggör alkalitransport och kan resultera i hydrolys av bindemedel i limmet och/eller mjukgörare i ytskiktet och där tillhörande emissioner.

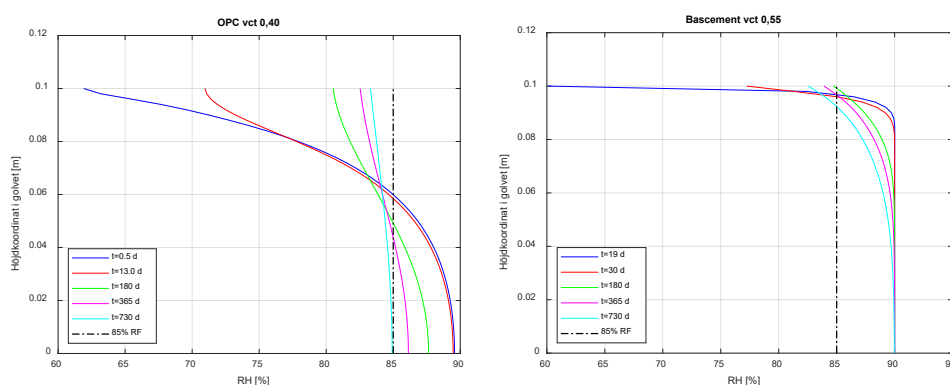


Figur 3. En typisk fuktprofil, relativ fuktighet för olika djup, efter ensidig uttorkning av 0.1m tjock betongplatta med relativt god fukttransportförmåga.

För att få kontroll över denna omfördelning och slutnivån för fukten i kontakt med ytskiktet används begreppet *ekvivalent djup*, som krävställer var man mäter relativ

fuktighet i betongen (RBK 2017). Det ekvivalenta djupet är valt så att vid en klassisk uttorkningsprofil, skall den större mängden fukt under det ekvivalenta djupet och den mindre mängden fukt ovanför jämnas ut och resultera i en konstant RF över hela tvärsnittet som överensstämmer med ursprunglig RF på ekvivalent djup. Detta uppnås först efter en total omfördelning av fukten. I Figur 3 blir det ekvivalenta djupet 4 cm från betongens övre yta, höjdkoordinaten 0.06m.

Detta resonemang bygger på faktum att ytskiktet är så mycket tätare än betongen så att det blir flaskhalsen i fukttransporten i hela golvet. Så var också fallet i gammaldags betong med Ordinarie Portlandcement som enda bindemedlet utan några mineraliska tillsatser. Nu har den moderna, täta betongen, med tidigare nämnda förändringarna i bindemedel, ballast mm., övertagit rollen som det funktionellt tätaste materialet i golvet. Jämförande simuleringar visas i Figur 4.

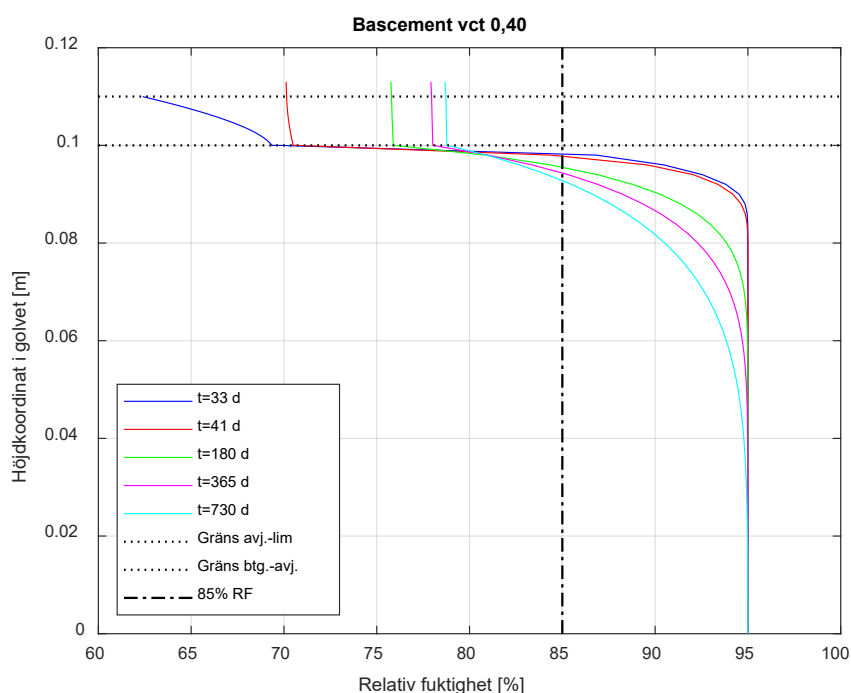


Figur 4. Visualisering av principen för omfördelning i betong med gammaldags OPC till vänster samt Bascement CEM II/A-V (gamla) till höger. Fuktomfördelning efter limning av ytskikt motsvarande Tarkett iQ Optima med icke vattenbaserat lim på betong, fuktprofiler vid olika tidpunkter efter limning. Vänster – betong med OPC vct 0,40 ensidigt uttorkad i till 85% RF på ekvivalent djup. Höger – betong med Bascement vct 0,55 ensidigt uttorkad i 20 dygn i 60% RF från antagen självuttorkningsnivå på 90% RF.

För betong med ren OPC ser vi inga nyheter precis. Där sker en typisk omfördelning och eftersom den relativa fuktigheten på ekvivalent djup, i detta fall 40 mm under ytan, var 85% vid mattläggning leder omfördelningen inte till ett RF högre än 85% under ytskiktet. Tittar vi på exemplet med betong med Bascementet CEM II/A-V blir det plötsligt mer intressant. För det första framgår av figuren att en omfördelning (fuktprofilerna skär varandra) äger endast rum i de översta millimetrarna av konstruktionen. För övrigt ser betongen ut att torka långsamt. För det andra ser vi att RF under ytskiktet inte överstiger 85% trots att betongen var dåligt uttorkad och hade 90% på ekvivalent djup vid mattläggning.

Hoppfulla simuleringsresultat

För att komma vidare med den nya betongen kan vi alltså bortse från vad som händer på ekvivalent djup, då det inte kommer att påverka det som händer på ytan nämnvärt, dvs. i närheten av ytskiktet. Det gamla kravet på 85% RF på ekvivalent djup syftade till att det inte skulle bli mer än 85% under limmet/ytskiktet efter omfördelning. Vad SBUF 13354 gjorde vidare var att simulera fuktförloppet i hela golvet med huvudfokus på om kravet på RF uppfylls i direkt anslutning till ytskiktet. Ett exempel på detta ges i Figur 5. Ett 10 cm tjockt betonggolvet med en antagen grad av självuttorkning till 95% uttorkas ensidigt under kort tid, endast för att initiera en fuktgradient i de två översta centimetrarna. Därefter jämnas betongen med 10 mm golvvajämning som får torka i två veckor vilket resulterar i en fuktnivå understigandes 70 % RF (se mörkblå linje i diagrammet). Slutligen limmas ett ytskikt (Tarkett iQ Optima) med vattenbaserat lim (CascoProof Universal) på avjämningen.



Figur 5. Fuktprofiler i konstruktionen för olika tidpunkter under fuktomfördelning. Betong med Basement CEM II/A-V (gamla) vct 0,40, RF vid start (t=0d) är 95%, därefter uttorkning mot luft med RF 60%, samt avjämning (t=20d) och vattenbaserad limning av ytskikt (t=34d).

Fuktprofilerna i diagrammet visar att en typisk omfördelning inte äger rum och att RF i avjämningen inte överstiger 80%. Detta innebär att ytskiktet och limmet aldrig kommer i kontakt med ett cementbaserat underlag i närheten av den kritiska RF. För mer detaljer kring dessa simuleringar se gärna Stelmarczyk m.fl. 2018 och/eller Stelmarczyk m.fl. 2019a.

Hur testade vi konceptet?

■ Då det i SBUF 13354 endast utfördes en teoretisk studie av hur den nya, täta
■ betongen fungerar ihop med resten av golvsystemet, startades ett nytt projekt, SBUF 13560, med uppgift att bl.a. verifiera det nya fuktkonceptet praktiskt. Upplägget gick i princip ut på att upprepa det som simulerades i SBUF 13354 fast denna gång i verkligt utförande med skarpa provkroppar. Bilder från tillverkningen av provkropparna visas i Figur 6. 110 mm tjocka betongplattor med olika betongrecept gjöts på pallar med krage. Efter en tid av självuttorkning i förseglat tillstånd utsattes toppytorna för en veckas diffusionsuttorkning. Därefter avjämnades plattorna med ca 15–19 mm Weberfloor 140 Nova. Efter ca 3 veckors uttorkning av avjämnningen limmades mattorna.



Figur 6. Tillverkning av provkroppar till undersökningen: gjutning (vänster), lagring inkl. själv- eller diffusionsuttorkning (mitten) samt avjämnning (höger)

Vi valde att testa tre olika sammansättningar av bindemedel:

- Cementa Bascement CEM II/A-V, ca 15% flygaska, (det gamla bascementet)
- CEMEX Miljö, ca 42,5% slagg
- Cementa Velox Slite (OPC) + 30% slagg

Vi valde att testa två vattencementtal för varje bindemedelssammansättning: 0,40 samt 0,55. Då vi inte visste hur fort tätheten etableras i den hårdnande betongen valde vi att låta plattorna hydratisera i förseglat tillstånd i 3 respektive 6 månader innan de avjämnades.

Uppmätta fuktnivåer i SBUF 13560

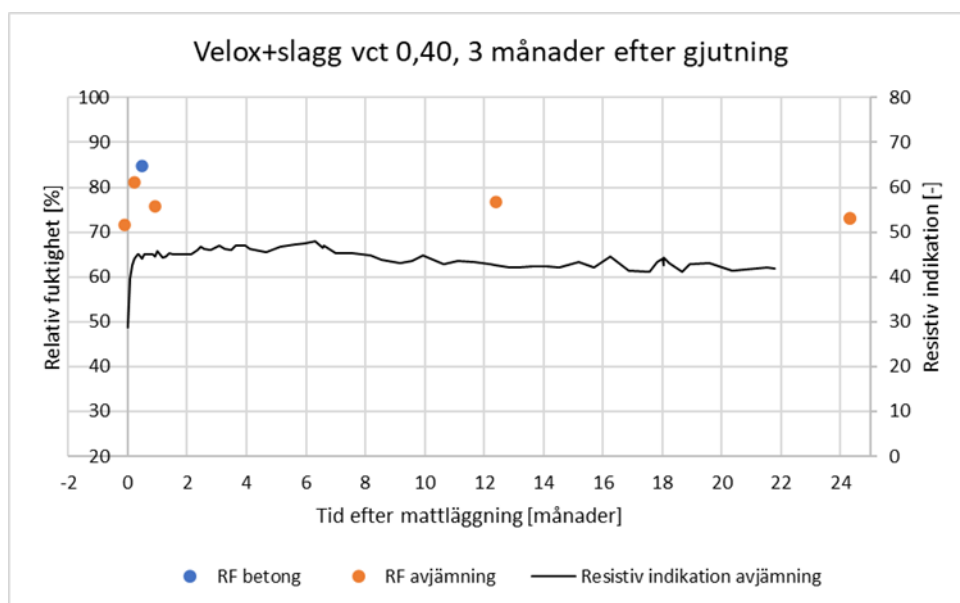
Fukt kontrollerades i provobjekten på olika sätt under projektets gång. RF i betong mättes på ekvivalent djup i enlighet med RBK 2017 med givare monterad i betongen se Figur 7 vänster. RF i avjämning mättes i enlighet med GBR 2017 med uttaget prov. Utöver detta monterades resistiva elektriska givare i avjämningen, se Figur 7 höger, som avlästes på kontinuerlig basis. Då dessa värden inte kalibrerades mot kända RF-nivåer skall de endast ses som en indikering på hur fuktnivån rör sig i avjämningen och inte tolkas ensamma utan jämförelse med RF uppmätt i uttaget prov.



Figur 7. Givare för avläsning av fuktnivå, Vaisala HMP40S för RF i betong (vänster) samt resistiv givare som gjöts in i avjämningen för fuktnivåindikation (höger).

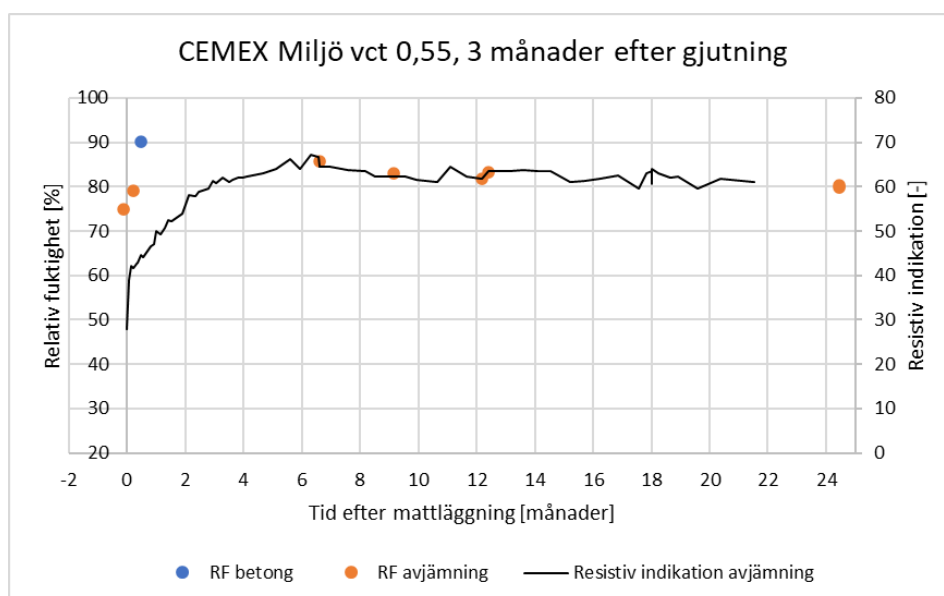
Det bör noteras att samtliga fuktnivåer i denna rapport redovisas utan mätosäkerheten pålagd som säkerhetsmarginal, dvs. inte som ett slutvärde enligt RBK. Detta för att lättare jämföra mot tidigare forskningsresultat, t.ex. Wengholt Johnsson 1995, från vilka det kritiska värdet av 85% baserar sig på. I nedanstående fall var mätosäkerheterna 2,0 % RF för betong och 1,7–1,8 % RF för avjämning. Den som önskar jämföra mätningarna nedan med slutvärden bör själv lägga på respektive mätosäkerhet. Den resistiva indikationen uppvisade en hög känslighet med avseende på omgivande temperatur. Då temperaturen varierade något i förvaringsutrymmet bör den långsiktiga trenden i indikationen beaktas och inte mindre variationer.

Hur gick det då? En typisk bild av förloppet i en av plattorna visas i Figur 8. Vi ser att det initialt sker en ökning av RF i avjämningen. Detta är förväntat då fukten från limmet måste ta vägen någonstans och tränger då ner i avjämningen. Sedan ser vi att RF stabiliseras under 80% för att därefter övergå i väldigt långsam uttorkning genom det täta ytskiktet. Detta är exakt som predikterat av simuleringarna i SBUF 13354!



Figur 8. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Velox (OPC)+30% slagg, vct 0,40, självtorkad i 3 månader före avjämning.

Verkar alla kombinationer fungera? Nej. I projektet valdes medvetet att testa att avjämna efter två olika åldrar på betong med två olika vct. Då bägge parametrarna påverkar tätheten i betongen förväntades man kunna se någon av de tidiga objekten med höga vattencementtalen erhålla högre RF i avjämningen. Så var också fallet för objektet vars förlopp visas i Figur 9.



Figur 9. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med CEMEX Miljö, vct 0,55, självtorkad i 3 månader före avjämning.

Här verkar kombinationen av fuktinnehåll i betongen och dess täthet inte fungera för att RF i avjämningen inte ska stiga. En viss omfördelning sker och det resulterar i att RF i avjämningen överstiger kritisk RF på 85% en aning för att sedan övergå i långsam uttorkning. Då betongen fortfarande är tätare än motsvarande betong med gammaldags OPC med samma vct, erhålls ingen omfördelning av större vikt. Men den lilla ökning som sker kan fortfarande vara för mycket för att undvika alkalisk hydrolys. Man bör också komma ihåg att de redovisade RF-nivåerna inte innehåller några säkerhetsmarginaler.

En sammanfattning av de uppmätta nyckelvärdena för de berörda provobjekten ges i Tabell 1. För en detaljerad bild av fuktutvecklingen för samtliga betongplattor se bilaga i slutet av denna rapport.

Ålder (mån.) vid avjämning	Bindemedel	Vct (-)	Start RF (%) betong	Max RF (%) avjämning	
				Uppmätt	Uppskattad
3	Bascement CEM II-A/V	0,40	86,3	79,2	83
3	Bascement CEM II-A/V	0,55	88,5	80,7	85
3	CEMEX Miljö	0,40	86,8	78,6	80
3	CEMEX Miljö	0,55	90,1	85,6	-
3	Velox + 30% slagg	0,40	84,8	76,8	78
3	Velox + 30% slagg	0,55	88,2	79,4	81
6	Bascement CEM II-A/V	0,40	85,5	73,2	-
6	Bascement CEM II-A/V	0,55	86,8	76,4	-
6	CEMEX Miljö	0,40	86,2	73,4	-
6	CEMEX Miljö	0,55	88,7	80,1	-
6	Velox + 30% slagg	0,40	84,8	74,2	-
6	Velox + 30% slagg	0,55	86,4	75,8	-

Tabell 1. Jämförelse av uppmätt RF i betong och avjämning samt maximal RF i avjämning uppskattad ifrån både mätning av RF samt jämförelse med resistiv indikation för fuktutvecklingen. Om ingen uppskattad RF anges, anses den vara samma som den uppmätta.

De olika objekten hade inte endast skillnader i transportförmåga för fukt. De blev självuttorkade till olika nivåer. Det bör noteras att om mätosäkerheten adderas till redovisade resultat för RF i betongen så uppfyller ingen av plattorna kravet på 85% RF på ekvivalent djup vid tidpunkten för mattläggning

En av plattorna, 3 månaders CEMEX Miljö vct 0,55, har spräck kravet på max 85% RF i avjämningen och ytterligare en, 3 månaders Bascement CEM II/A-V vct 0,55, misstänks ligga i farozonen. Detta är inte förvånansvärt då bägge tillhör de blötare plattorna med högst förväntad transportförmåga avseende fukt. Detta är en indikation på att det finns en gräns avseende täthet för när konceptet inte fungerar.

För de övriga plattorna har kravet på kritiskt RF i avjämningen uppnåtts med upp till 10 % RF som marginal även med pålagt mätosäkerhet för att därefter övergå i långsam uttorkning. Detta trots att ingen av plattorna uppfyllde dagens krav på uttorkning inför mattläggning. Försöken bekräftar simuleringsresultaten från SBUF 13354. Det går

alltså att utnyttja den nya betongens täthet i kombination med väl uttorkad avjämning för att undvika att en RF på 85% uppkommer i lim och ytskikt. Detta trots att betongens RF överskrider 85% på ekvivalent djup vid tillfället för mattlimning!

Blir det några emissioner?

Önskade emissioner, som följd av alkalisk hydrolys av limmets bindemedel och/eller ytskiktets mjukgörare, har också undersökts för ovanstående betongplattor under SBUF 13560. Ytterligare två plattor har använts i dessa mätningar som referensobjekt. Dessa har gjutits med Velox Slite vct 0,66. Bindemedlet är Ordinarie Portlandcement utan inblandning av puzzolaner eller halvpuzzolaner som flygaska eller slagg. Betongen i dessa plattor får anses vara det närmaste vi kommer idag till den gamla betongen som användes i t.ex. Wengholt Johnsson 1995. Undersökningen omfattar en jämförelse av mätningar både ovan ytskiktet och under. Resultaten därav kommer att presenteras i nästa rapport.

Slutsatser

Skarpa försök visar att den låga förmågan till fukttransport i den moderna, täta betongen kan utnyttjas tillsammans med avjämning för att undvika att kritisk RF uppnås i anslutning till lim och ytskikt. Detta trots att betongen inte är uttorkad till kritisk RF på ekvivalent djup innan ett ytskikt appliceras. Denna effekt är beroende av betongens täthet, vilket i sin tur ställer vissa krav på betongens ålder och sammansättning. Tillvägagångssättet skulle kunna användas med syfte att förkorta tiden som behövs för betonguttorkning inför limning av ytskikt med vattenbaserat lim utan att dessa utsätts för högre RF än tillåtet.

Samtidigt skall man ha klar för sig att dessa resultat endast skall ses som validering av ett koncept. Vad vi visat med testerna i SBUF 13560 är att konceptet mycket väl kan ge det önskade resultatet. Detta är dock inte att jämföra med en färdigutvecklad och kvalitetssäkrad arbetsmetodik som hjälper utföraren att undvika eventuella risker. En sådan återstår att utveckla. När kravet som ställs på betongen skiftar från uttorkning till täthet, bör detta på något sätt kunna valideras under produktion av golvkonstruktioner i skarpa projekt.

Referenser

Carlswärd 2020 – J. Carlswärd, *Uttorkningsegenskaper hos klimatförbättrad betong*, Bygg & Teknik Nr 6 2020

Hedenblad 1993 – G. Hedenblad, *Moisture Permeability of Mature Concrete, Cement Mortar and Cement Paste*, TVBM-1014, Lund Institute of Technology 1993

GBR 2017 – *Bestämning av relativ fuktighet, RF i golvavjämning*, Utgåva 2:2017, GBR

Olsson m.fl. 2018 – N. Olsson, L.-O. Nilsson, M. Åhs, V. Baroghel-Bouny, *Moisture transport and sorption in cement based materials containing slag or silica fume*, Cement and Concrete Research, 2018.

RBK 2017 – *RBK, Manual – Fuktmätning i betong*, version 6, kap 2.3

Saeidpour & Wadsö 2016 – M. Saeidpour, L. Wadsö, *Moisture diffusion coefficients of mortars in absorption and desorption*, Cement and Concrete Research, 2016

Stelmarczyk m.fl. 2018 – M. Stelmarczyk, T. Rapp, H. Hedlund, F. Gränne, M. Gunnarsson, *Finns det någon fördel med modern, tät betong?*, www.sbuf.se/ppb 2017, numera www.byggforetagen.se/ppb

Stelmarczyk m.fl. 2019a – M. Stelmarczyk, T. Rapp, H. Hedlund, *Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos betong med mineraliska tillsatsmaterial*, SBUF 13354 Slutrapport, 2019

Stelmarczyk m.fl. 2019b – M. Stelmarczyk, T. Rapp, H. Hedlund, S. Carlström, *Utveckling av beräkning av uttorkning i programmet Produktionsplanering Betong samt Inmätning av Bascement för uttorkningsberäkning i Produktionsplanering Betong*, SBUF 13197 & 13198 Slutrapport, 2019

Svensson Tengberg 2018 – C. Svensson Tengberg, *Inventering av uttorkning av betonggolv, Betong med mineraliska tillsatsmaterial*, SBUF 13358 Slutrapport, 2018

Wengholt Johnsson 1995 – H. Wengholt Johnsson, *Kemisk emission från golvsystem – effekt av olika betongkvalitet och fuktbelastning*, Chalmers Tekniska Högskola 1995,

Författare

Civ.ing. Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic

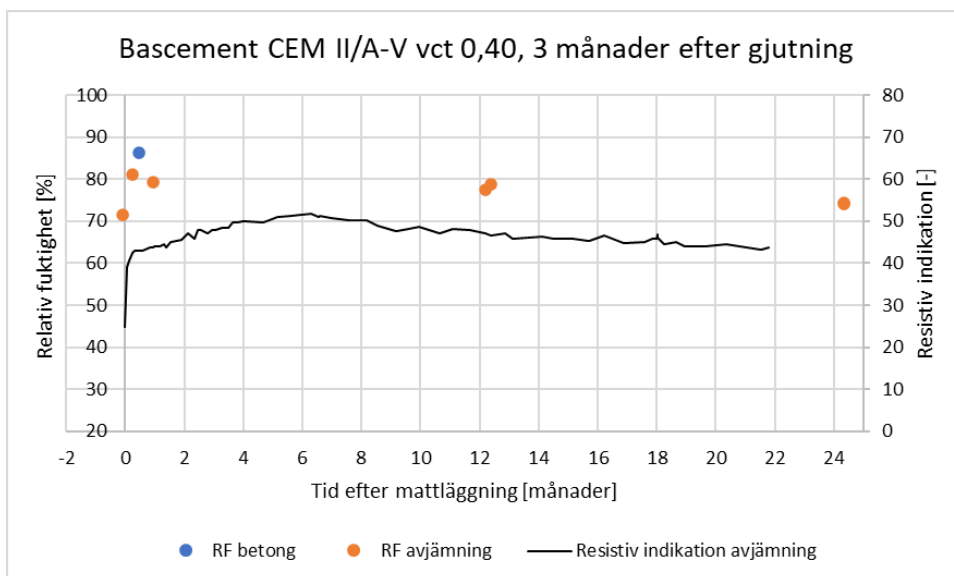
Civ.ing. Ted Rapp, Byggföretagen, Tekniskt sakkunnig RBK

Dr., Adj. Prof. Hans Hedlund, Skanska Sverige AB

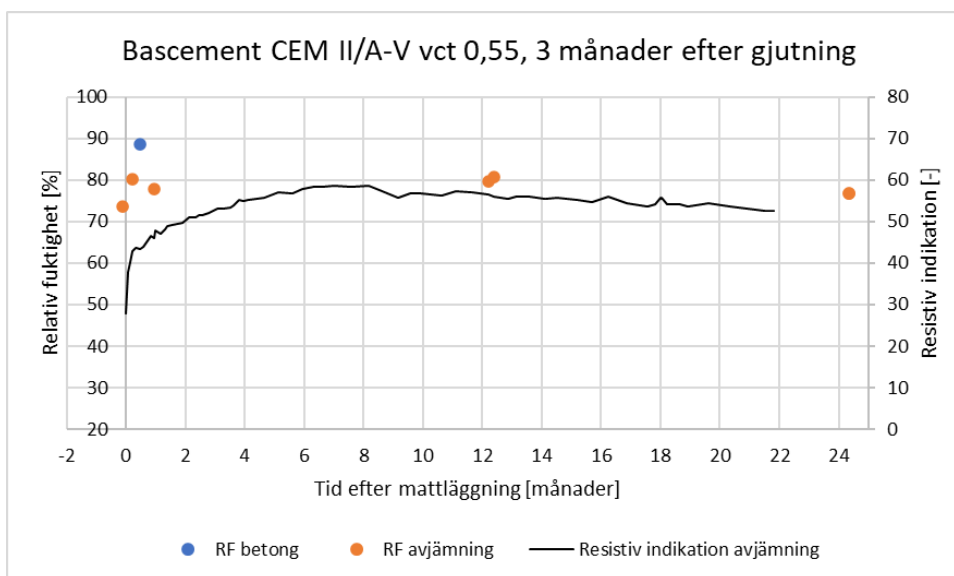
Dr. Fredrik Gränne, NCC Sverige AB

Staffan Carlström, Swerock AB

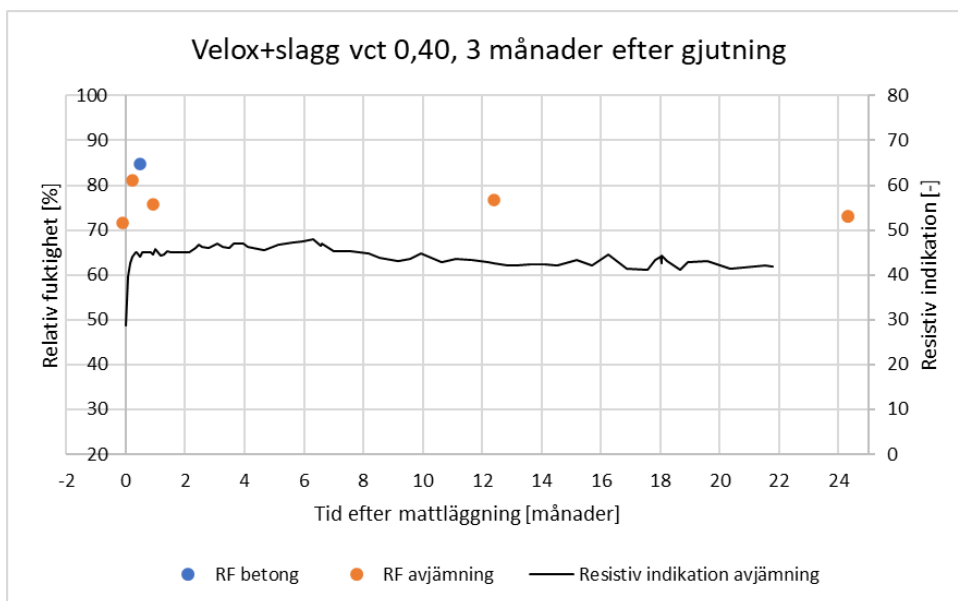
Bilaga Mätresultat



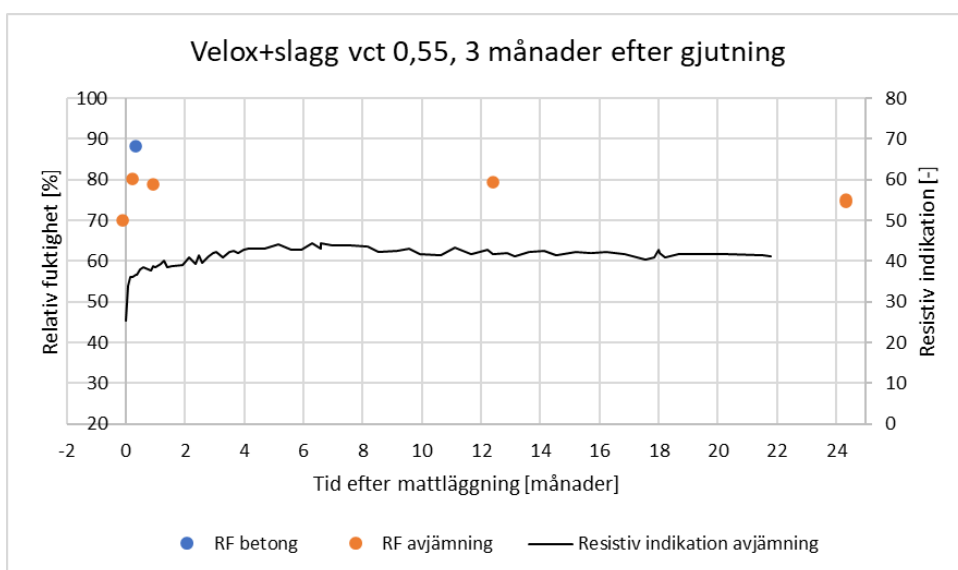
Figur 10. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,40, självuttorkad i 3 månader före avjämning.



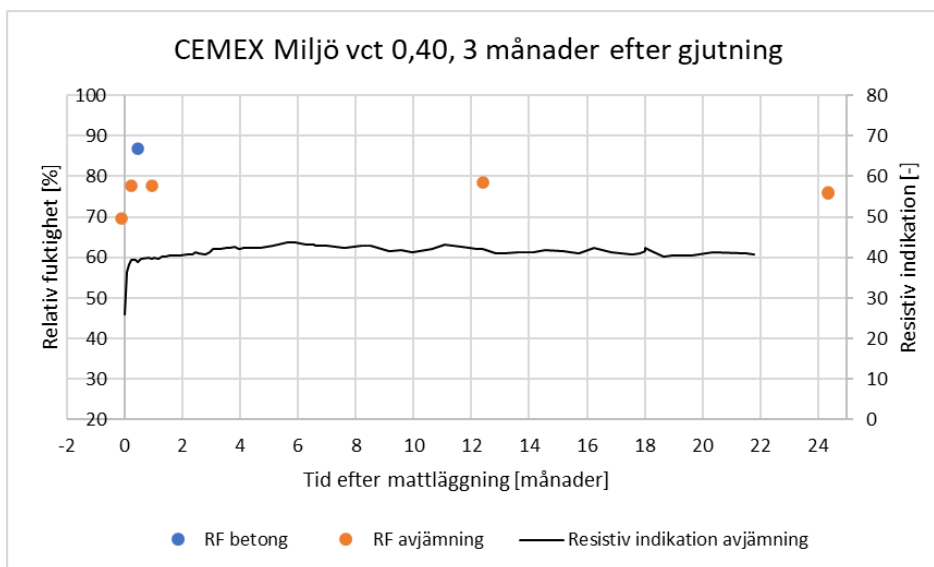
Figur 11. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,55, självuttorkad i 3 månader före avjämning.



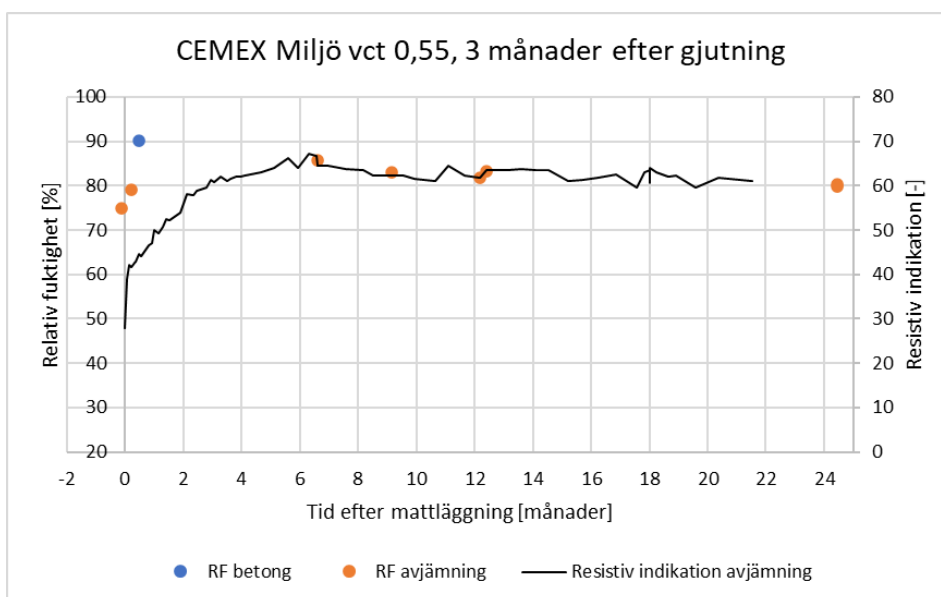
Figur 12. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter matlaggning för betong med Velox(OPC)+30% slagg, vct 0,40, självuttorkad i 3 månader före avjämning.



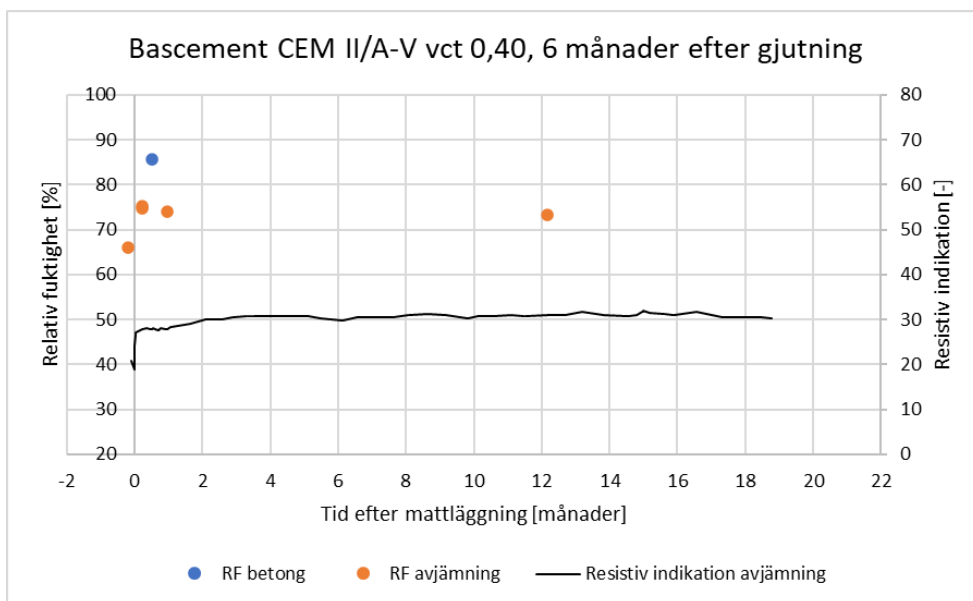
Figur 13. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter matlaggning för betong med Velox(OPC)+30% slagg, vct 0,55, självuttorkad i 3 månader före avjämning.



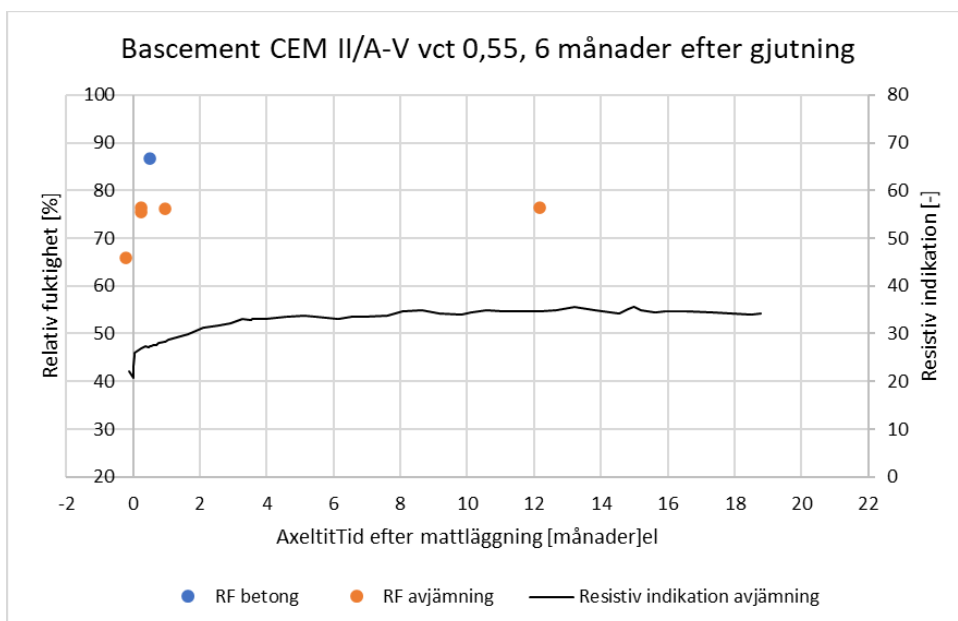
Figur 14. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter matläggning för betong med CEMEX Miljö, vct 0,40, självuttorkad i 3 månader före avjämning.



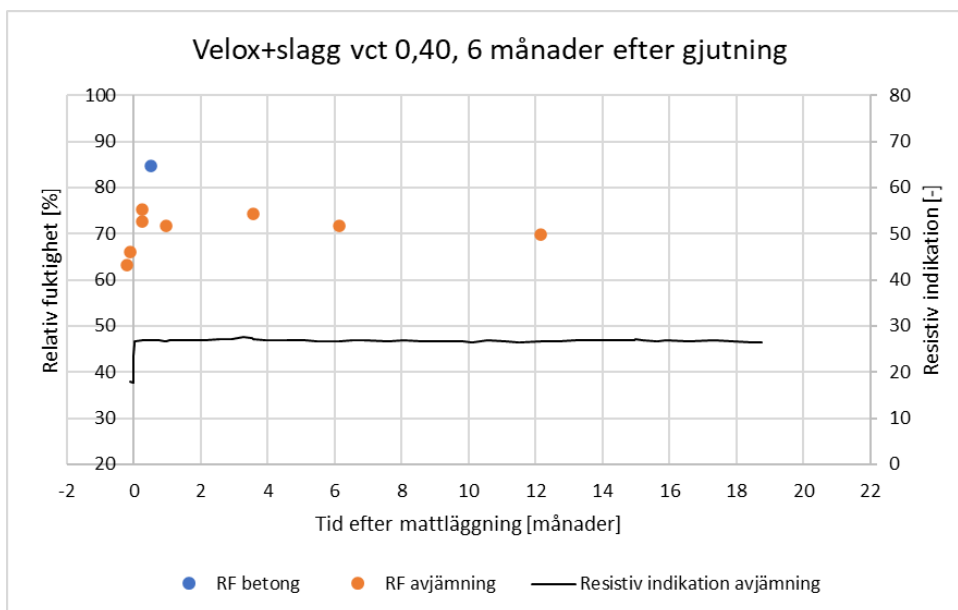
Figur 15. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter matläggning för betong med CEMEX Miljö, vct 0,55, självuttorkad i 3 månader före avjämning.



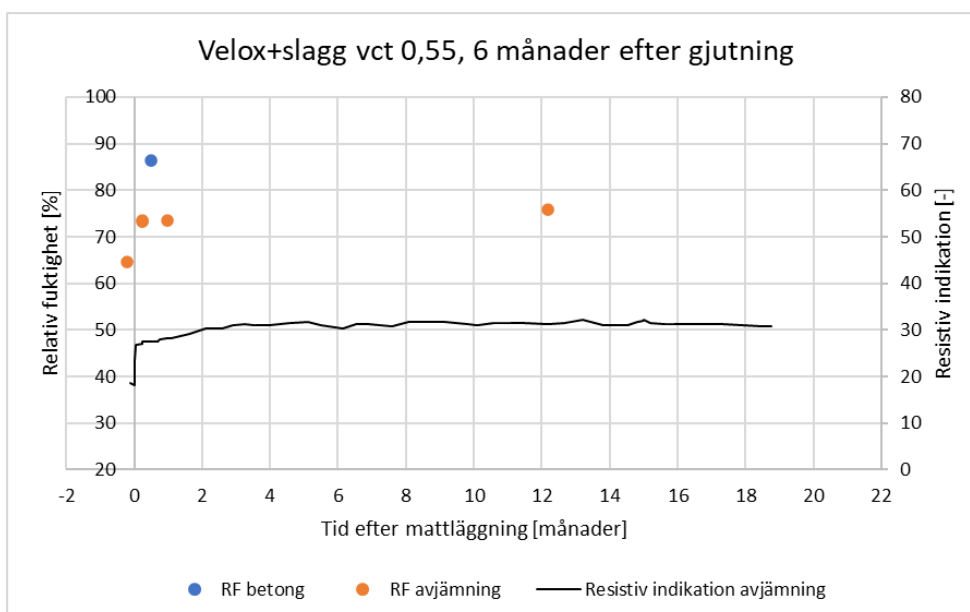
Figur 16. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,40, självuttorkad i 6 månader före avjämning.



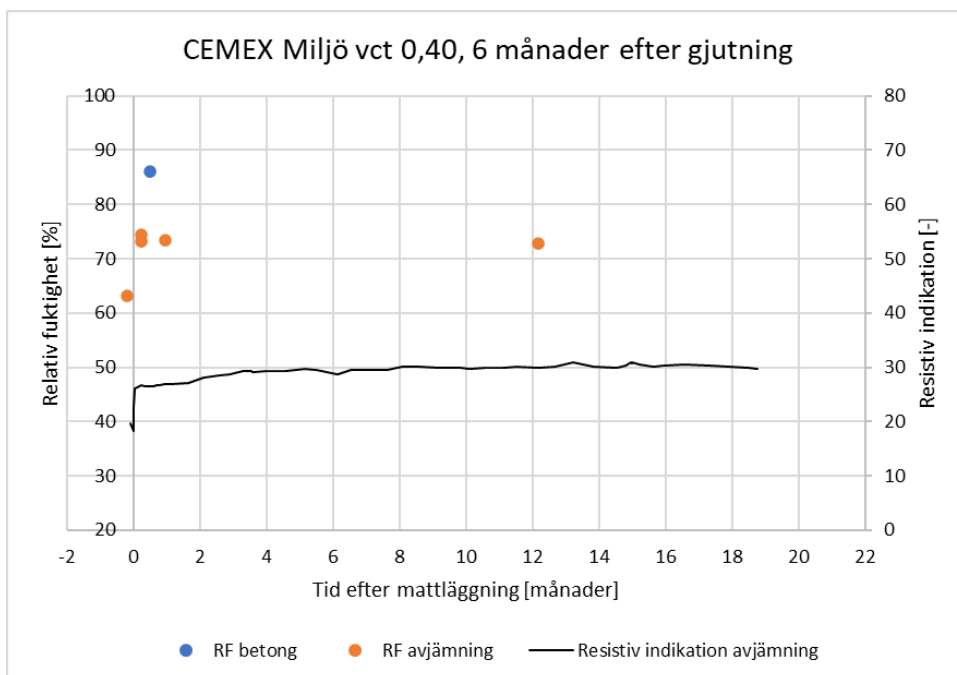
Figur 17. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Bascement CEM II/A-V (gamla), vct 0,55, självuttorkad i 6 månader före avjämning.



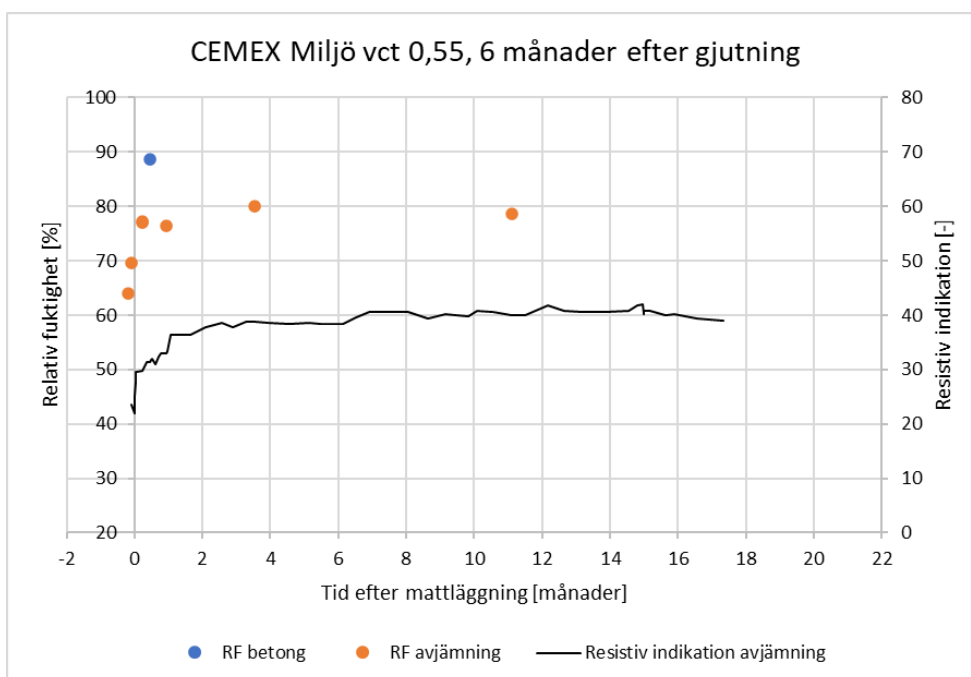
Figur 18. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Velox(OPC)+30% slagg, vct 0,40, självtorkad i 6 månader före avjämning.



Figur 19. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med Velox(OPC)+30% slagg, vct 0,55, självtorkad i 6 månader före avjämning.



Figur 20. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med CEMEX Miljö, vct 0,40, självuttorkad i 6 månader före avjämning.



Figur 21. Relativ fuktighet i betong, avjämning samt resistiv fuktindikation i avjämning som funktion av tid efter mattläggning för betong med CEMEX Miljö, vct 0,55, självuttorkad i 6 månader före avjämning.

